

## INDICADORES METABÓLICOS SANGUÍNEOS DE GENOTIPOS LECHEROS EN PASTOREO DE LA PROVINCIA DE NAPO-ECUADOR

### BLOOD METABOLIC INDICATORS OF DAIRY GENOTYPES GRAZING IN THE PROVINCE OF NAPO-ECUADOR

Orlando Roberto Quinteros Pozo<sup>1,\*</sup>, Julio Cesar Vargas Burgos<sup>1</sup>,  
Ivana Barbona<sup>2</sup>, Pablo Roberto Marini<sup>2</sup>

<sup>1,\*</sup> Universidad Estatal Amazónica, Km. 2. 1/2 vía Puyo a Tena (Paso Lateral) / 032-888-118, Puyo, Ecuador.

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Ciencias Agrarias, Calle Maipú 1065, Rosario, Santa Fe, Argentina.

\*Autor para correspondencia: [oquinteros@uea.edu.ec](mailto:oquinteros@uea.edu.ec)

Artículo enviado el 29 de abril de 2017. Aceptado, tras revisión, el 17 de agosto de 2017. Publicado el 1 de septiembre de 2017

#### Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar el metabolismo energético/proteico en sangre de vacas lecheras de cuatro genotipos de primera lactancia en condiciones de pastoreo en el cantón Arosemena Tola, Napo, Ecuador. Se evaluaron 36 vacas lecheras de primer parto cruzas de los genotipos: Bos Indicus x Gir (GIR), Bos Indicus x Brown Swiss (BS), Bos Indicus x Jersey (J) y Bos Indicus x Sahiwal (S). Se tomaron muestras de sangre de la vena coccígea los días 60 y 21 antes del parto, al momento del parto y a los 30, 60 y 90 días después del parto. Se determinaron los valores en plasma de, glucosa, urea, creatinina y proteínas totales. Ninguna de las variables presentó diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ) entre razas y los valores obtenidos para todos se encontraron por debajo de los valores normales para las vacas lecheras. La glucosa no mostró diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ) en el tiempo. En cambio, para Urea, Creatinina y Proteínas Totales existieron diferencias significativas ( $p \geq 0,001$ ) a través del tiempo. Utilizando una regresión local con parámetro de suavizado igual a 0,8 para estudiar cómo era la trayectoria de la variable en el tiempo. Luego, se ajustó un modelo lineal mixto para cada variable, considerando un nodo en los casos para los cuales se observaba un cambio en la trayectoria en algún tiempo en particular (según lo observado en el gráfico 1, 2 y 3 de la regresión local). Se concluye que para los cuatro genotipos lecheros estudiados no se encontró diferencias en la concentración de los indicadores metabólicos.

**Palabras claves:** Creatinina, grupos génicos, glucosa, proteínas totales, sistema a pastoreo, urea.

**Abstract**

The aim of this study was to evaluate the energy-blood protein metabolism in dairy cows four genotypes first lactation under grazing in Canton Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 36 dairy cows in first parity crosses of the genotypes were evaluated: Bos Indicus x Gir (GIR), Bos Indicus x Brown Swiss (BS), Bos Indicus x Jersey (J) and Bos indicus x Sahiwal (S). Blood samples coccygeal vein on days 60 and 21 were taken before of calving, the time of calving and at 30, 60 and 90 days after of calving. Values were determined in plasma, glucose, urea, creatinine, and total protein. None of the variables showed significant differences ( $p \geq 0.05$ ) between races and the values obtained for all they were below normal values for dairy cows. Glucose showed no significant difference ( $p \geq 0.05$ ) over time. However, for urea, creatinine and total proteins were significant differences ( $p \geq 0.001$ ) over time. One set was used Local regression smoothing parameter equal to 0.8 was to study how the trajectory of the variable over time. A mixed linear model for each variable then adjusted, considering a node in cases for which a change in the trajectory was observed at some particular time (as noted in the graph 1, 2, 3 Local regression). It was concluded that for the four dairy genotypes studied no differences were found in the concentration of metabolic indicators.

**Keywords:** Creatinine, gene groups, glucose, grazing system, total proteins, urea.

---

Forma sugerida de citar: Quinteros, O., Vargas, J., Barbona, I. y Marini, P. 2017. Indicadores metabólicos sanguíneos de genotipos lecheros en pastoreo de la provincia de Napo-Ecuador. La Granja: Revista de Ciencias de la Vida. Vol. 26(2):119-130. pISSN:1390-3799; eISSN:1390-8596.

---

## 1 Introducción

En la Amazonía ecuatoriana, al igual que en muchos países se utilizan los pastos naturales como la principal fuente de nutrientes en el ganado para leche o carne. Estos sistemas tropicales ofrecen ventajas comparativas, ya que la estrategia de producción se basa en la explotación de la abundante energía solar para la fotosíntesis eficiente de los pastos C4 de rápido crecimiento y de la disponibilidad de agua. Pero, frente a la abundancia de forraje, los mismos son deficientes en algunos componentes nutricionales. Los sistemas de manejo, la calidad y disponibilidad de forraje, así como la adaptación de los respectivos cruzamientos de bovinos a las condiciones ambientales específicas juegan un papel crucial en este contexto (Madalena, 2012).

Bajo condiciones tropicales, las vacas lecheras están expuestas a condiciones climáticas estresantes asociadas con períodos de alta temperatura ambiente y radiación solar. En este clima adverso han sido explorados distintos cruzamientos con diferentes potenciales lecheras tratando de destacar su producción individual con razas exóticas, sin embargo su adaptabilidad queda en duda (Ahmed y Abdalla, 2012). Ya que aún no existen estudios concluyentes para la región amazónica y más aún para los genotipos en estudio.

Y lo mismo concluye, Mancuso et al. (2012), en su estudio, que las variaciones dentro de cada genotipo analizado y las diferentes respuestas que cada uno de ellos produce, no explica adecuadamente la posible adaptación de los animales al medio ambiente y la gestión actual, por lo que siempre es necesario este tipo de estudios.

El término perfil metabólico fue propuesto por Payne et al. (1970), y se trató de análisis de diferentes parámetros sanguíneos realizados en vacas lecheras. Esta herramienta surgió como un método auxiliar en el diagnóstico de las llamadas enfermedades de la producción. Según Contreras (2000), el análisis de los perfiles metabólicos, pueden colaborar al estudio del balance nutricional del rodeo, aunque este no es un examen nutricional, pero señala cuando se ve alterada la condición de la homeostasis (Wittwer, 2000).

Uno de los problemas con los bovinos lecheros en el trópico se origina en el bajo consumo de materia seca, producto tanto de la pobre calidad de muchos de los forrajes tropicales, como de la depresión del consumo por estrés calórico (Holmann et al.,

2003). El equilibrio metabólico se desregula en relación proteína/energía y el estatus nutricional, los cuales se pueden monitorear a través de metabolitos básicos (Payne y Payne, 1987). De cada una de las rutas metabólicas se pueden seleccionar indicadores bioquímicos específicos (González, 2000).

Algunos estados metabólicos son afectados por los requerimientos específicos de compuestos nutricionales y por esto la determinación de los principales indicadores metabólicos que participan en los procesos homeostáticos constituye una valiosa herramienta de seguimiento de la suplementación mineral y factor de conocimiento de posibles causas de comportamiento reproductivo y productivo (Underwood y Suttle, 1999).

Uno de los indicadores más promisorios es el nivel de urea en sangre, el cual refleja el balance entre la proteína degradable y la energía fermentable en el rumen (Hammond, 1997).

En cuanto a la glucosa, ésta puede ser utilizada como fuente de energía para las células, como unidades de edificación de la galactosa y subsecuentemente lactosa, o como fuente de glicerol necesario para la síntesis de grasa (Andrés et al., 2010). El perfil metabólico sanguíneo aporta gran cantidad de información relacionada con la nutrición y sanidad animal, además permite determinar factores de riesgo, tales como desbalances nutricionales, que pudieran incidir en el desempeño productivo y reproductivo del rebaño bovino.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el metabolismo energético y proteico en sangre de vacas lecheras de cuatro genotipos lecheros de primera lactancia en condiciones de pastoreo libre.

## 2 Materiales y métodos

### 2.1 Diseño y población de estudio

Se trabajó durante los años 2014-2015 con 36 vacas de primer parto lecheras cruzas, de cuatro genotipos: Brahman x Gir (Gir), Brahman x Brown Swiss (BS), Brahman x Jersey (J) y Brahman x Sahiwal (S) pertenecientes al rodeo lechero del Centro de Investigación, Posgrado y Conservación de la biodiversidad Amazónica (CIPCA), ubicado en el cantón Arosemena Tola, la provincia de Napo, Ecuador., (01°14.325' S, 077° 53.134' W) dispone de una superficie de 65 ha de pastos destinada a la lechería. El ambiente es tropical con precipitaciones de 4000 mm/año, una humedad relativa promedio del 80%

y temperaturas que varían entre los 15 y los 25°C. Su topografía se caracteriza por relieves ligeramente ondulados sin pendientes pronunciadas, distribuidos en mesetas naturales de gran extensión. La altitud varía entre los 580 y 990 msnm. Si bien los suelos presentan una composición muy heterogénea, la mayoría se origina en sedimentos fluviales procedentes de la región andina del país. Las vacas evaluadas fueron criadas bajo las mismas condiciones ambientales, nutricionales y de manejo.

**Manejo.** Las muestras de sangre se tomaron de la vena coccígea los días 60 y 21 antes del parto, al momento del parto y a los 30, 60 y 90 días después del parto. Las vacas tenían un peso corporal promedio de  $315 \pm 37$  kg (media  $\pm$  DS) y una producción de  $6,6 \pm 0,9$  litros (media  $\pm$  DS) por vaca por día, fueron consideradas como grupos experimentales. Se obtuvieron 20 mL de sangre de cada animal en un tubo de ensayo de vidrio limpio esterilizado. La sangre se centrifugó ( $3.000 \text{ rpm} \times 15\text{-}30 \text{ min}$ ), el plasma separado se almacenó a una temperatura de  $-20^\circ\text{C}$  hasta ser analizado. Se realizaron las pruebas en plasma de Glucosa, Urea, Creatinina y Proteínas Totales, mediante Espectrofotometría molecular, (Thermo Scientific, Series GENESYS 10 UV, Waltham, Massachusetts, USA), los reactivos utilizados fueron HUMAN, de procedencia alemana, se trabajó bajo sus especificaciones técnicas para cada una de las muestras según rezan sus protocolos, Glucosa: Glucose liquicolor, Método GOD-PAP, Prueba enzimática colorimétrica por glucosa. Urea: Urea liquicolor, Análisis enzimático colorimétrico para urea. Creatinina: Creatinine liquicolor. Reacción de Jaffé, Prueba fotométrica colorimétrica para mediciones cinéticas de creatinina, Método sin desproteinización. Proteínas Totales: Total Protein liquicolor. Prueba colorimétrica fotométrica por proteínas totales. Método de biuret.

**Alimentación y sanidad.** La alimentación del hato bovino en estudio fue de pastoreo libre, con pastizales en base de *Brachiaria decumbens* (17.585 kg MS/ha/año, Proteína: 10,6% Fósforo: 0,18%; Digestibilidad in Vivo de Materia Seca, DIVMS: 44,4%), *Brachiaria brizantha* (26.970 kg MS/ha/año; Proteína: 10,1%; Fósforo: 0,18%; Digestibilidad in Vivo de Materia Seca, DIVMS DIV: 44,1%), *Arachis pintoi* (6.212 kg MS/ha/año; Proteína: 19,4%; Fósforo: 0,21%; Digestibilidad in Vivo de Materia Seca, DIVMS DIV: 59,2%), *Desmodium ovalifolium* (5.890 kg MS/ha/año; Proteína: 16,3%; Fósforo: 0,16%; Digestibilidad in Vivo de Materia Se-

ca, DIVMS DIV: 39,6%) y *Stylosanthes guianensis* (15.237 kg MS/ha/año; Proteína: 21,4%; Fósforo: 0,4%; Digestibilidad in Vivo de Materia Seca, DIVMS DIV: 48,7%). (Vargas et al., 2015). Se aplicó el manejo sanitario habitualmente empleado para el rodeo bovino del CIPCA. El mismo incluye desparasitaciones, baños contra garrapatas y moscas, vacunaciones para fiebre aftosa, rabia bovina y estomatitis vesicular y la aplicación inyectable de vitaminas y minerales.

## 2.2 Análisis de datos

Se realizó un análisis exploratorio de los datos donde se estimaron promedios y errores estándar para las variables medidas. Además, se realizaron gráficos de perfiles promedios para inspeccionar y ajustes LOESS para inspeccionar visualmente la trayectoria de las variables en el tiempo. Luego, se ajustaron Modelos Lineales Mixtos y de esta forma tener en cuenta la naturaleza longitudinal de los datos, considerando como variables independientes genotipo y tiempo. Se probó si existían diferencias significativas entre los genotipos. Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el programa JMP en su versión 5.0 para Windows (JMP 2003).

## 3 Resultados

La variable Glucosa no presentó diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ) entre razas ni en el tiempo (Tabla 1). Algunos de los datos obtenidos se encuentran por debajo de los valores normales para las vacas lecheras (2,50-4,16 mmol/L), en general para todas las razas en los días 60 y 21 preparto no llegan al mínimo deseado. Luego, no existe un patrón desde el parto a los 90 días posparto en todos los genotipos estudiados. Sólo las vacas BS desde el parto en adelante poseen los valores dentro del rango normal.

El resultado del modelo mostró que no existen diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ) entre razas para la variable creatinina (Tabla 2), pero si existe diferencias significativas ( $p \geq 0,001$ ) a través del tiempo. Utilizando los ajustes LOESS con un parámetro de suavizado igual a 0,8 se observó que la trayectoria de la variable Creatinina en el tiempo cambia a partir del parto. Los valores obtenidos se encuentran por debajo de los valores normales para las vacas lecheras ( $105,4 \pm 35,6 \text{ mmol/L}$ ) para casi todos los momentos del muestreo y raza. Los valores de

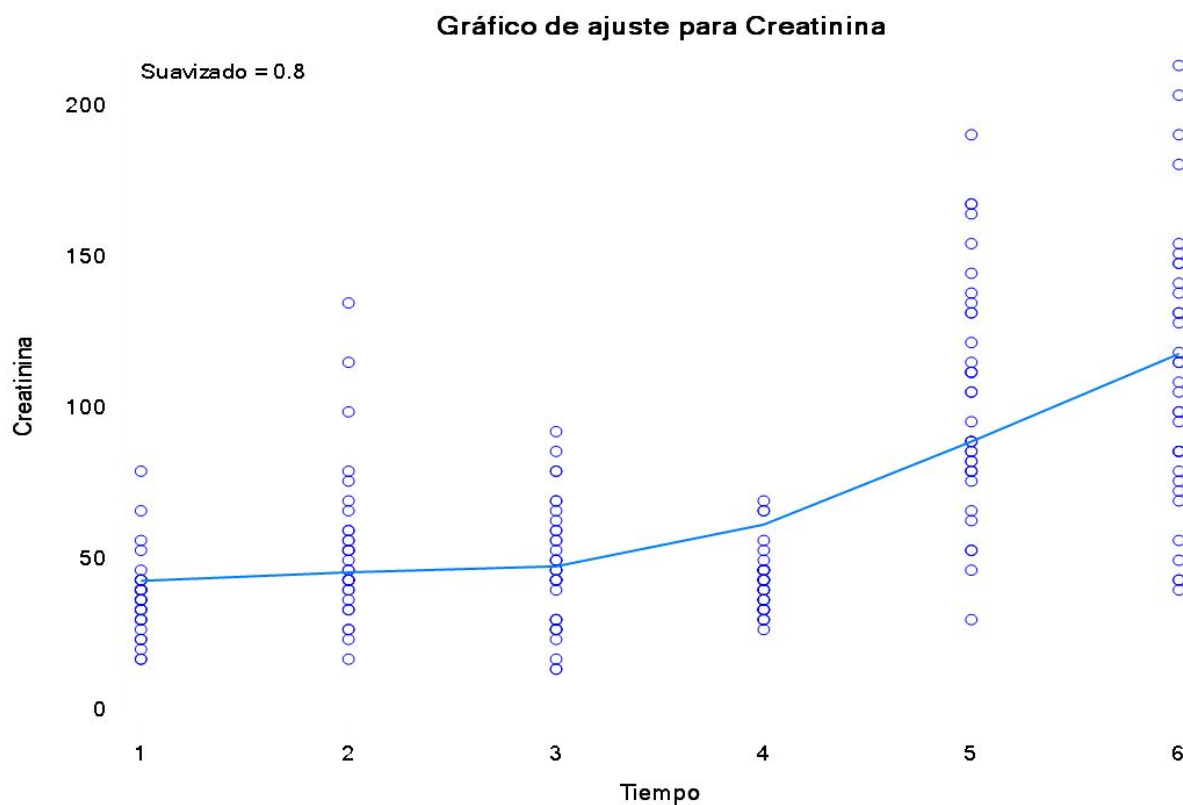
**Tabla 1.** Medias y errores estándar de glucosa en mmol/L por raza y tiempo

Raza	Tiempo (días)						Total
	-60	-21	0	30	60	90	
<b>BS</b>	2,46 ± 0,8	2,35 ± 1,4	3,18 ± 1,7	2,75 ± 0,8	2,37 ± 0,8	3,20 ± 0,9	<b>2,75 ± 1,2</b>
<b>Gir</b>	2,39 ± 0,7	2,28 ± 0,6	2,52 ± 0,5	1,95 ± 0,5	2,85 ± 0,6	2,16 ± 1,0	<b>2,36 ± 0,7</b>
<b>J</b>	2,33 ± 0,4	1,73 ± 0,7	2,18 ± 0,7	2,31 ± 0,5	2,73 ± 1,0	2,75 ± 0,5	<b>2,35 ± 0,7</b>
<b>S</b>	2,16 ± 0,9	1,89 ± 0,6	2,31 ± 1,0	2,16 ± 0,7	2,76 ± 0,6	2,58 ± 0,4	<b>2,30 ± 0,8</b>
<b>Total</b>	<b>2,33 ± 0,7</b>	<b>2,05 ± 1,03</b>	<b>2,60 ± 1,2</b>	<b>2,36 ± 0,7</b>	<b>2,64 ± 0,8</b>	<b>2,79 ± 0,8</b>	<b>2,47 ± 0,9</b>

**Tabla 2.** Medias y errores estándar de Creatinina en mmol/L por raza y tiempo

Raza	Tiempo (días)						Total
	-60	-21	0	30	60	90	
<b>BS</b>	41,8 ± 18,8	30,6 ± 9,3	33,2 ± 14,7	40,1 ± 12,5	80,0 ± 28,7	115,9 ± 21,9	<b>59,3 ± 37,3</b>
<b>Gir</b>	35,4 ± 6,4	78,5 ± 32,9	50,2 ± 24,8	49,6 ± 9,2	102,0 ± 42,5	89,7 ± 45,8	<b>66,9 ± 38,7</b>
<b>J</b>	37,1 ± 6,9	52,7 ± 18,3	44,2 ± 9,4	43,5 ± 5,5	110,0 ± 25,8	102,8 ± 52,5	<b>65,7 ± 39,5</b>
<b>S</b>	32,74 ± 13,4	56,8 ± 14,5	66,7 ± 13,2	36,4 ± 7,0	127,2 ± 39,1	135,8 ± 54,1	<b>75,2 ± 48,7</b>
<b>Total</b>	<b>37,3 ± 13,2</b>	<b>53,1 ± 25,3</b>	<b>46,5 ± 19,8</b>	<b>41,9 ± 10,1</b>	<b>103,1 ± 37,7</b>	<b>111,62 ± 45,4</b>	<b>66,0 ± 41,3</b>

Brahman x Gir (Gir), Brahman x Brown Swiss (BS), Brahman x Jersey (J) y Brahman x Sahiwal (S)



**Figura 1.** Ajuste para Creatinina

Creatinina antes del parto están muy por debajo del rango mínimo para luego tener un incremento pos parto.

El resultado del modelo mostró que no existen diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ) entre razas para la variable Urea (Tabla 3), pero sí existe diferencias significativas ( $p \geq 0,001$ ) a través del tiempo. Utilizando los ajustes LOESS con un parámetro de suavizado igual a 0,8 se observó que la trayectoria de la variable Urea en el tiempo cambia a partir del parto. Los valores obtenidos se encuentran dentro del rango de los valores normales para las vacas lecheras en el trópico, (2,50 - 6.66 mmol/L ó 15 - 40 mg/dL), para casi todos los momentos del muestreo y raza. Los valores de Urea decrecen hasta el parto luego volver crecer en adelante.

El resultado del modelo mostró que no existen diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ) entre razas para la variable Proteínas Totales (Albuminas y Globulinas) (Tabla 4), pero si existe diferencias significativas ( $p \geq 0,001$ ) a través del tiempo. Utilizando los ajustes LOESS con un parámetro de suavizado igual a 0,8 se observó que la trayectoria de la variable Proteína Total en el tiempo cambia, siendo constante hasta el parto (tiempo 0), mientras que a partir de este momento comienza a descender en forma significativa ( $p \geq 0,001$ ). Los valores obtenidos después del parto se encuentran por debajo de los valores normales para las vacas lecheras (6,62 - 7,28 g/dL).

## 4 Discusión

La inadecuada alimentación y suplementación mineral en los bovinos constituye una de las principales limitantes para la ganadería en las regiones tropicales, y amazónica (Depablos et al., 2009), donde el forraje de baja calidad se convierte en la principal y única fuente de alimentación (Sánchez, 2007). La sangre entera y el suero son ampliamente utilizados para estudios de perfiles metabólicos y muchas veces preferibles a los análisis de forrajes y de suelos, porque reflejan una mejor contribución de la dieta total (McDowell et al., 1984). Hay mucha información sobre el perfil metabólico de las vacas Holstein, pero poco en cuanto a diferentes cruzamientos lecheros, que representan más del 70% de la producción de leche en el trópico (Facó et al., 2002). Siendo la misma situación en la Amazonía Ecuatoriana (Quinteros et al., 2016). Además, la Amazonía tiene un potencial de producción de leche aún no evalua-

do, a pesar de las dificultades de disponibilidad de alimentos de calidad.

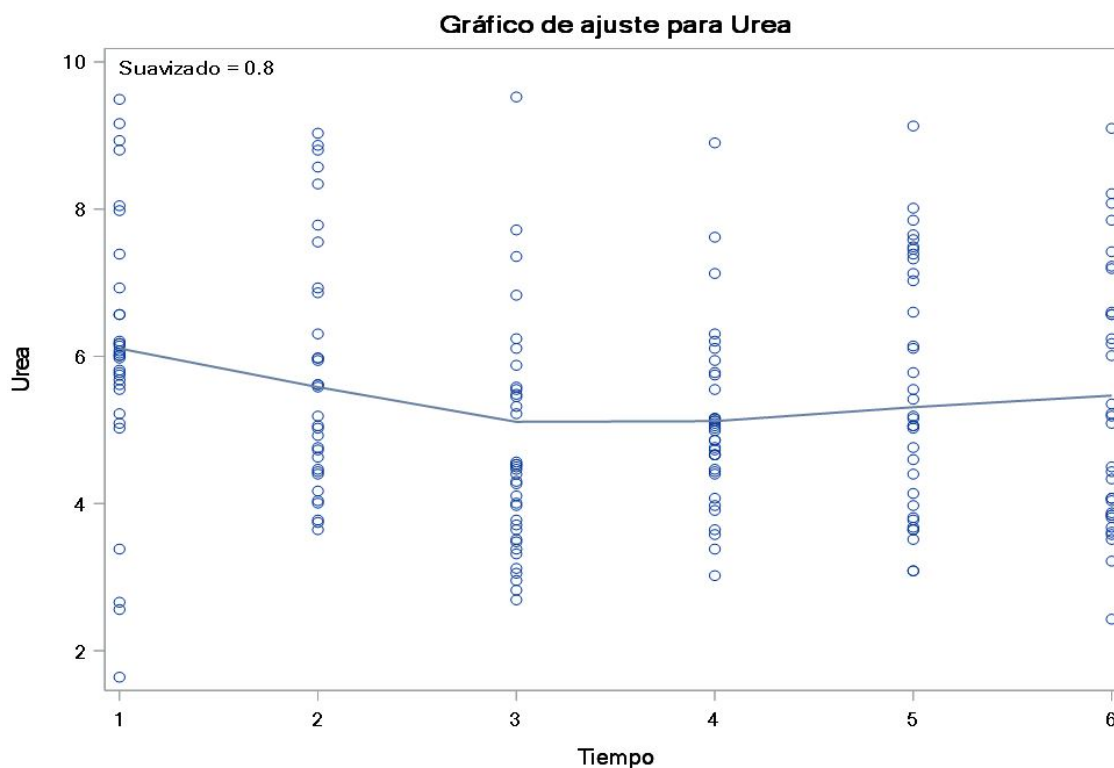
El aumento de la glucosa en el día de parto ocurre muy rápidamente, cayendo después de pocas horas después del parto (Aquino Neto, 2012). Este aumento es el resultado de una mayor concentración de glucagón, catecolaminas y glucocorticoides, que son mecanismos para priorizar el uso de glucosa por parte de la glándula mamaria (Park et al., 2010). El bajo valor global de glucosa encontrado (2.72 mmol/L) puede estar indicando el bajo nivel de energía de los alimentos (Margolles, 1983). En este trabajo los niveles de glucosa siempre estuvieron por debajo de los valores normales y sin mostrar ninguna tendencia durante todo el período evaluado. Los cuatro genotipos no mostraron deferencias entre ellos en el comportamiento, aunque aparece un mejor comportamiento en el BS, es decir, con la misma alimentación los niveles de glucosa fueron superiores en el BS. Posiblemente la baja producción de leche de estas vacas ( $7 \pm 1$  litros) no requirió de altas movilizaciones de reservas corporales para garantizar la producción, como puede ocurrir en vacas Holstein de alta producción (+ de 35 litros). Los bajos valores de glucosa para todas las razas, podría deberse a un deficiente aporte energético en la ración diaria. Estos resultados coinciden con lo expresado por Margolles (1983), en donde indica que los valores inferiores 2.41 mmol/L en vacas lecheras; esta dado, por baja energía en los pastos y baja suplementación con concentrado. También los resultados coinciden con los de Margolles (1983), en donde muestra que el ganado en pastoreo no sufre mayores cambios en la glucemia durante la lactación. Los trabajos que compararon el comportamiento de la glucosa en sangre entre diferentes genotipos, no hallaron diferencias en los valores promedios entre vacas Holstein puras y sus cruza con Pardo Suizo (Di Michele De Rosa et al., 1977), ni entre Holstein y sus cruza con Montbeliarde (Mendonça et al., 2014). Sin embargo, Campos et al. (2007), menciona diferencias entre siete razas especializadas (Ayrshire, Gir - Holando, Holstein Friesian, Jersey, Lucerna, Pardo Suizo y Simental), para glucosa y BHB, entre otros metabolitos en lecherías del trópico colombiano. Campos et al. (2007), destacan el buen comportamiento de las vacas Jersey, que presentaron mejor homeostasis en glucosa que el resto, especialmente frente a Holstein.

Los valores de creatinina son un compuesto nitrogenado no proteico de uso común en la evalua-

**Tabla 3.** Medias y errores estándar de Urea en mmol/L por raza y tiempo

Raza	Tiempo (días)						Total
	-60	-21	0	30	60	90	
<b>BS</b>	5,83 ± 1,9	5,92 ± 1,4	5,40 ± 1,8	4,79 ± 1,5	5,04 ± 1,5	6,40 ± 1,5	<b>5,53 ± 1,7</b>
<b>Gir</b>	7,11 ± 1,1	5,19 ± 1,3	4,64 ± 0,8	4,99 ± 0,6	6,76 ± 1,0	4,51 ± 1,8	<b>5,56 ± 1,5</b>
<b>J</b>	6,00 ± 2,2	5,93 ± 1,6	4,11 ± 0,9	5,44 ± 0,8	5,97 ± 1,8	4,85 ± 1,0	<b>5,37 ± 1,6</b>
<b>S</b>	5,66 ± 1,2	5,86 ± 1,9	4,46 ± 1,7	5,18 ± 1,2	4,91 ± 1,3	4,52 ± 1,7	<b>5,13 ± 1,6</b>
<b>Total</b>	<b>6,08 ± 1,8</b>	<b>5,77 ± 1,6</b>	<b>4,71 ± 1,5</b>	<b>5,09 ± 1,2</b>	<b>5,58 ± 1,6</b>	<b>5,30 ± 1,7</b>	<b>5,40 ± 1,6</b>

Brahman x Gir (Gir), Brahman x Brown Swiss (BS), Brahman x Jersey (J) y Brahman x Sahiwal (S)

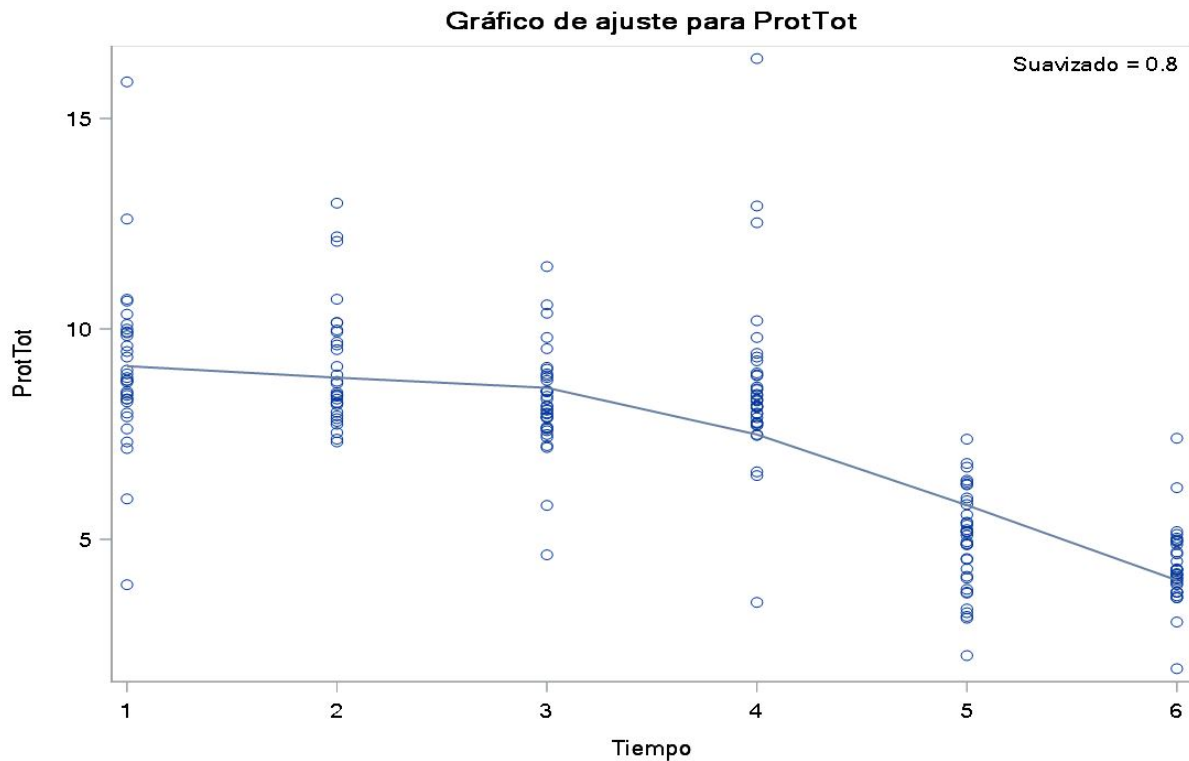


**Figura 2.** Ajuste para Urea

**Tabla 4.** Medias y errores estándar de Proteínas Totales en g/dl por raza y tiempo

Raza	Tiempo (días)						Total
	-60	-21	0	30	60	90	
<b>BS</b>	9,47 ± 0,9	9,62 ± 1,8	8,34 ± 0,9	9,27 ± 2,6	5,00 ± 1,3	4,36 ± 0,8	<b>7,51 ± 2,7</b>
<b>Gir</b>	9,59 ± 2,8	8,77 ± 0,8	8,75 ± 1,4	7,45 ± 1,9	5,24 ± 1,3	4,92 ± 1,3	<b>7,52 ± 2,5</b>
<b>J</b>	8,18 ± 1,2	8,54 ± 1,1	7,87 ± 1,5	8,95 ± 1,6	5,40 ± 0,9	4,35 ± 0,4	<b>7,15 ± 2,1</b>
<b>S</b>	9,16 ± 2,3	9,16 ± 1,4	8,41 ± 0,7	8,19 ± 0,7	4,22 ± 0,8	3,84 ± 1,1	<b>7,31 ± 2,5</b>
<b>Total</b>	<b>9,05 ± 1,9</b>	<b>9,06 ± 1,4</b>	<b>8,29 ± 1,2</b>	<b>8,64 ± 2,0</b>	<b>4,98 ± 1,2</b>	<b>4,35 ± 0,9</b>	<b>7,37 ± 2,5</b>

Brahman x Gir (Gir), Brahman x Brown Swiss (BS), Brahman x Jersey (J) y Brahman x Sahiwal (S)



**Figura 3.** Ajuste para Urea

ción de la función de excreción renal (Gregory et al., 2004), en el trabajo no mostraron diferencias entre los genotipos, en donde los valores antes del parto estuvieron por debajo del límite inferior y a partir de él crecieron, posiblemente por una mejora del estado corporal. Un trabajo de Campos et al. (2007), encontró valores de creatinina más bajos en los animales de menor peso (Jersey, Ayrshire) y en los animales con mayor tendencia a cambios metabólicos de peso y a mayor catabolismo de tejido muscular mostraron los mayores valores (Simental, Gir-Holando). Todos los valores encontrados estuvieron dentro de las referencias internacionales, excepto la raza Jersey. Esto último podría haber pasado en las cruza analizadas en este trabajo en donde el bajo valor de creatinina esté asociado con la condición corporal, porque la movilización de tejido adiposo y muscular reflejada en los niveles bajos de reservas pudo ocasionar la caída de la creatinina por aumento de la tasa de excreción durante el período de pérdida de condición corporal.

Uno de los indicadores más promisorios es el nivel de urea en sangre, el cual refleja el balance entre la proteína degradable y la energía fermentable

en el rumen (Hammond, 1997). Las recomendaciones para la concentración de proteína cruda (PC) en las raciones de las vacas lecheras varían en un rango de entre 12% y 18% para vacas en la primera parte de lactancia, la cual es administrada mediante la mezcla de forrajes y concentrados (Coleman y Barth, 1977). Los resultados obtenidos en este trabajo mostraron una baja presencia de urea en sangre en todos los genotipos estudiados, posiblemente debido a la baja calidad de los pastos (descripto en materiales y métodos) que no alcanzan a cubrir las necesidades proteicas (Butler et al., 1996, Nozad et al., 2012). Un trabajo de Mancuso et al. (2016), encontró en vacas cruzas lecheras pertenecientes a cinco tipos de cruzamientos: C (Holstein x Jersey); P (C x Pardo Suizo); M (C x Montbeliarde); G (C x Guernsey) y R (P, M o G -sin discriminar cuál de ellas- x Holstein) en sistemas a pastoreo que los indicadores del metabolismo proteico se encontraron en el rango superior con respecto a los de referencia, lo que se relacionaría con dietas altas en proteínas. Además, no se encontró diferencias entre los genotipos con respecto a los niveles de urea. Esta respuesta coincide con lo señalado por Hess et al. (1999),



quienes indicaron que uno de los factores que determinan los niveles de urea en la sangre es la dieta que se le suministra al animal y el grado de degradabilidad de la proteína a nivel ruminal. Además, del bajo aporte energético por parte de los forrajes consumidos. Los valores de Proteína Total, se comportaron de forma inversa al de la urea, ya que después del parto disminuyeron a valores por debajo del rango normal. Sin mostrar diferencias entre las razas estudiadas, en este caso coincidiendo con trabajos de Mancuso et al. (2014; 2016) en donde no encontró diferencias entre los genotipos con respecto a los niveles de proteína total. En cuanto a la influencia de las razas en las concentraciones de proteínas en sangre, Campos (2007), encontró diferencias en las concentraciones de proteínas totales, albúmina y globulinas entre diferentes razas lecheras especializadas en sistemas pastoriles de Colombia, en otro trabajo Pereira Lorenzo et al. (2010), también encontraron diferencias para proteínas totales, albúmina y globulinas, en vacas puras Holstein Uruguayas respecto de sus cruza con Holstein Neozelandés, aunque no se diferenciaron en las concentraciones de urea plasmática.

La tendencia mundial hacia la producción de leche a partir de forrajes, la competitividad internacional que presiona la reducción en los costos de producción y la expansión de la frontera agrícola dan una oportunidad a los países de la franja tropical para producir leche de calidad en forma competitiva (Ibarra, 2004). El haber encontrado valores metabólicos energéticos-proteicos por debajo de los rangos normales, requeriría la necesidad de buscar en sistemas como el analizado la utilización de vacas lecheras adaptadas al ambiente en pos de aprovechar las ventajas competitivas y comparativas de los sistemas a pastoreo, referenciando lo que anota Quinteros y Marini (2017), el objetivo de los trabajos de investigación en la Amazonía ecuatoriana es generar datos capaces de evaluar y mejorar el comportamiento productivo y reproductivo de los genotipos lecheros locales en condiciones de pastoreo libre.

Los metabolitos indicadores del estatus energético/proteico, presentaron oscilaciones entre los diferentes grupos génicos, de acuerdo con la fase fisiológica, de tal forma que se puede concluir que a mayor demanda metabólica (inicio de lactancia) mayor variación en los indicadores. Esta variación también se debe a que uno de los cambios fisiológicos que la vaca presenta al acercarse a la lactancia es el aumen-

to en los requerimientos energéticos, lo que puede incrementarse durante el último mes preparto, durante esta fase fisiológica el consumo de alimento disminuye conduciendo a la vaca a un balance energético negativo que empieza desde un mes preparto, se acentúa en la primera semana postparto y se puede extender hasta la séptima semana postparto, este balance energético negativo obliga a la vaca a movilizar sus reservas corporales obligándola a realizar un ajuste metabólico con sus posteriores implicaciones (Cevallos et al., 2002). La utilidad en la determinación en diferentes grupos fisiológicos permite comprender mejor el manejo del rebaño en su conjunto y produce informaciones adecuadas e integradas a través de las cuales puedan producirse cambios o ajustes en el manejo alimentario, nutricional y sanitario, concordando con la propuesta de examen nutricional de Payne y Payne (1987). Aun cuando el análisis de los indicadores metabólicos no es un examen nutricional de por sí, ya que los metabolitos sanguíneos no son buenos indicadores de la condición nutricional de los individuos, señalan cuándo se ha alterado la capacidad de homeostasia, por lo cual son indicadores del balance metabólico en los animales (Hoff y Cote, 1988). El Perfil Metabólico complementa las indicaciones del balance nutricional. El número de variables potencialmente factibles de medir en un perfil metabólico es ilimitado, en la práctica sólo se utilizarían aquellos de los que se dispone de adecuado conocimiento sobre la bioquímica y el papel fisiológico, informaciones que permiten interpretar los resultados obtenidos. Por otra parte, también se requieren métodos y equipos que hagan económicamente factible la determinación y de valores de referencia que permitan comparar los resultados (Wittwer, 1994).

## 5 Conclusión

Se concluye que para los cuatro genotipos lecheros estudiados no se encontró diferencias en la concentración de los valores metabólicos, energéticos-proteicos.

Los valores de referencia hallados para metabolitos bioquímicos indicadores del metabolismo energético, proteico, en cuatro grupos génicos bovinos para producción de leche en condiciones de pastoreo en clima tropical, constituyen información básica para trabajos en patología clínica y fisiología de la adaptación.

Los valores hallados constituyen referencia para bovinos lecheros en la Amazonía ecuatoriana.

## Referencias

- Ahmed O. A., y Abdalla, M. A. 2012. Metabolic and endocrine responses of crossbred dairy cows in relation to pregnancy and season under tropical conditions. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* Disponible en: <https://goo.gl/Z8JxCY>.
- Andrés, L., Martínez, M., Pérez-Hernández, M., Pérez-Alba, L., Gómez-Castro, M., y Carrión-Pardo, D. 2010. Metabolismo de los lípidos en los rumiantes. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 11(8), p.1-21. Disponible en: <https://goo.gl/jmqyAQ>
- Aquino Neto, H. M. 2012. Perfil hidroeletrolítico, ácido-base, metabólico e mineral de vacas leiteiras no pós-parto imediato e avaliação da fluído terapia oral. *Tesis de doutorado*, Universidade Federal de Minas Gerais. Disponible en: <https://goo.gl/37Mpkc>.
- Butler, W. R., Calaman, J. J., y Beam, S.W. 1996. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 74, p. 858-865. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20170081>
- Campos, R. G., Cubillo, C., y Rodas, A. G. 2007. Indicadores metabólicos en razas lecheras especializadas en condiciones tropicales en Colombia. *Acta. Agron.* 56, 2-10. Disponible en: <https://goo.gl/yUrBb5>
- Cevallos, A., Gómez, P., Vélez, M., Villa, N., y López, L. 2002. Variación de los indicadores bioquímicos del balance de energía según el estado productivo en bovinos lecheros de Manizales, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 15(1), p. 13-25. Disponible en: <https://goo.gl/ddkzHf>
- Coleman, S. W., y Barth, K. M. 1977. Utilization of supplemental NPN and energy sources by beef steers consuming low protein hays. *J. Anim. Sci.*, 45, p. 1180-1187. Disponible en: <https://goo.gl/Y2yx6K>
- Contreras, P. 2000. Indicadores del metabolismo proteico utilizados en perfiles metabólicos de rebannos. *Perfil metabólico en ruminantes*. Brasil: Eds. Porto Alegre, p. 23. Disponible en: <https://goo.gl/aq7csp>
- Depablos, L., Godoy, S., Chicco, C. y Ordóñez, J. 2009. Nutrición mineral en sistemas ganaderos de las sabanas centrales de Venezuela. *Zootec. Trop.*, 27(1), p. 25-37. Disponible en: <https://goo.gl/zU8Chq>
- Di Michele De Rosa, S., Otaiza, V. E., Colveé, M. P. y Mejía, E. B. 1977. Valores hematológicos y de la química sanguínea en bovinos de los estados Carabobo y Guárico. *Hematología, colesterol y glucosa. Agron. Tropical*, 27(6), p. 571-583. Disponible en: <https://goo.gl/soFZ5V>
- Facó, O., Lobo, R. N. B. y Martins Filho, R. 2002. Análise do desempenho produtivo de diversos grupos genéticos HolandÃas-Gir no Brasil. *Rev. Bras. Zootec.*, 31, p. 1944-1952. DOI: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982008000500006](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982008000500006)
- González, F. H. D. 2000. Uso do Perfil Metabólico no Diagnóstico de Doenças Metabólicas Nutricionais em Ruminantes. *Perfil Metabólico em Ruminantes*, Brasil: Eds. Porto Alegre, p. 89-106. Disponible en: <https://goo.gl/aq7csp>
- Gregory, L., Birgel, E. H. Jr., D'angelo, J. L., Benesi, F. J., Araujo, W. P. y Birgel, E. H. 2004. Valores de referencia dos teores séricos de uréia e creatinina em bovinos da raça Jersey criados no estado de Sao Paulo. Influencia dos fatores etários, sexuais e da infeccao pelos virus da leucose dos bovinos. *Arq. Inst. Biol. Sao Paulo*, 71(3), p. 339-345. Disponible en: <https://goo.gl/ua8nZV>
- Holmann, F., Rivas, L., Carulla, J., Giraldo, L.A., Guzmán, S., Martínez, M., Rivera, B., Medina, A., y Farrow, A. 2003. Evolución de los sistemas de producción de leche en el trópico latinoamericano y su interrelación con los mercados: Un análisis del caso colombiano. *Cali: CIAT, Consorcio Tropicaleche*. 53p. Disponible en: <https://goo.gl/DoSFHU>
- Hammond, A.C. 1997. Update on bun and mun as a guide for protein supplementation in cattle. *University of Florida*. Disponible en: <https://goo.gl/gBG4y3>

- Hess, H. D., Florez, H., Lascano, C. E., Baquero, L. A., Becerra, A. y Ramos, J. 1999. Fuentes de variación en la composición de la leche y niveles de urea en sangre y leche en vacas en sistemas de doble propósito en el trópico bajo de Colombia. *Past. Trop.*, 21(1), p. 33-42. Disponible en: <https://goo.gl/NZw3RT>
- Hoff, B., y Cote, J. 1988. Guidelines for the submission of metabolic profiles in problem dairy herds. *Anim. Ind. Branch*, 368, p. 18. Disponible en: <https://goo.gl/1j9nyi>
- Ibarra, A. A. 2004. Sistema de pagamento do leite por qualidade, visÃ£o global. *Congresso Brasileiro de Qualidade do Leite*, p. 72-87. Disponible en: <https://goo.gl/1d8nhD>
- Madalena, F. E. 2012. Animal breeding and development - South American perspective. *J. Anim. Breed. Genet.* 129(3), p. 171-172. Disponible en: <https://goo.gl/zSj657>
- Mancuso, W. A., Marini, P. R. 2012. Comportamiento de vacas lecheras primíparas y sus cruza en un sistema a pastoreo de Entre Ríos (Argentina). *Rev. vet.* 23(2), p. 138-143. Disponible en: <https://goo.gl/poZ3J4>
- Mancuso, W. A., Marini, P. R. y Dunleavy, M. 2014. Indicadores metabólicos y condición corporal de genotipos lecheros en un sistema de Entre Ríos, Argentina. 37° Congreso de la Asoc. Argentina de Producción Animal. *Revista Argentina de Producción Animal*, 34(1), p. 45-75. Disponible en: <https://goo.gl/xjBje9>
- Mancuso, W. A., Marini, P. R. y Dunleavy, M. 2016. Peso vivo, condición corporal e indicadores metabólicos en sangre, de vacas lecheras cruza. 39° Congreso de la Asoc. Argentina de Producción Animal. *Revista Argentina de Producción Animal*, 36 (1), p. 33-70. Disponible en: <https://goo.gl/2tUnK8>
- Margolles, E. 1983. Metabolitos Sanguíneos en Vacas Altas Productoras Durante la Gestación-Lactancia en las Condiciones de Cuba y su Relación con Trastornos del Metabolismo. *Rev. Cub. Cienc. Vet.*, 14 p. 221-230. Disponible en: <https://goo.gl/1KmuXf>
- McDowell, L. R., Conrad, J., Ellis, G. y Loosli, J. 1984. Minerales para Rumiantes a Pastoreo en Regiones tropicales. Departamento de Ciencia Animal. CIAT. Universidad de Florida y Agencia de los EUA para el Desarrollo Internacional.
- Mendonça, L. G. D., Abade, C. C., Da Silva, E. M. N., Litherland, B., Hansen, L.B. y Chebel, R.C. 2014. Comparison of peripartum metabolic status and postpartum health of Holstein and Montbeliarde-sired crossbred dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 97, p. 805-818. DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7159>
- Nozad, S., Ramin, A. G., Moghadam, G., Asri-Rezaei, S., Babapour, A. y Ramin, S. 2012. Relationship between blood urea, protein, creatinine, triglycerides and macromineral concentrations with the quality and quantity of milk in dairy Holstein cows. *Veterinary Research Forum*, 3(1), p. 55-59. Disponible en: <https://goo.gl/N71WPV>
- Park, A. F., Shirley, J. E. y Titgemeyer, E. C. 2010. Characterization of plasma metabolites in Holstein dairy cows during periparturient period. *J. Dairy Sci.*, 5, p. 253-263. DOI: <http://dx.doi.org/10.3923/ijds.2010.253.263>
- Payne, J. M., Dew, S. M., Manston, R. y Faulks, M. 1970. The use of metabolic profiles test in dairy herds. *Vet. Rec.*, 87(6), p. 150-158. Disponible en: <https://goo.gl/wYeXk7>
- Payne, J. M., Payne, S. 1987. The metabolic profile test. Oxford University Press. p. 179 Disponible en: <https://goo.gl/it4RcE>
- Pereira Lorenzo, I., Laborde, D., Carriquiry, M., López-Villalobos, N. y Meikle, A. 2010. Blood metabolic profiles in Uruguayan Holstein and Uruguayan Holstein x New Zealand Holstein - Friesian dairy cows. *Proceedings New Zealand Society of Animal Production*, 70, p. 311-315. Disponible en: <https://goo.gl/92tzBu>
- Quinteros, R., Vargas, J. C., Moreno, L., Barbona, I. y Marini, P. R. 2016. Valores de pH en sangre en cuatro genotipos lecheros en condiciones de pastoreo libre en la Amazonía ecuatoriana. *Revista de Biosfera, Huellas del Sumaco*, 16(2). ISSN 1390-6801.
- Quinteros-Pozo, R. y Marini, P. R. 2017. Evaluación productiva y reproductiva de cuatro ge-

- notipos lecheros en pastoreo libre en la Amazonía ecuatoriana. *Rev. vet.* 28(1), 9-13. Disponible en: <https://goo.gl/hfsNN2>
- Sánchez, J. M. 2007. Utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación del ganado lechero. *XI Seminario de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. Barquisimeto, Venezuela.* abril, 2007. Disponible en: <https://goo.gl/kR3VUS>
- Underwood, E. J. y Suttle, N. F. 1999. Mineral nutrition of livestock. Edinburgh, UK.: CAB International, 456p. Disponible en: <https://goo.gl/Q4dhuW>
- Vargas, J., Benítez, D., Bravo, C., Leonard, Ismael., Pérez, M., Torres, V., Ríos, S. y Torres, A. 2015. Retos y posibilidades para una ganadería sostenible en la provincia de Pastaza de la Amazonía ecuatoriana. Puyo, Ecuador. ISBN: 978-9942-932-16-7. p. 174 Disponible en: <https://goo.gl/5Dzs5p>
- Wittwer, F. 1994. Diagnóstico de desbalances metabólicos nutricionales en animales de producción. En: Congreso Nacional de divulgación en técnicas de RIA y evaluación de metabolitos sanguíneos y cinéticas digestivas relacionadas con nutrición y reproducción. Maracay, 1, Venezuela. Disponible en: <https://goo.gl/PQJ95j>
- Wittwer, F. 2000. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre: UFRGS, 9-22 Disponible en: <https://goo.gl/aq7csp>